

Seed *Biopriming* Using Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)

Biopriming Biji Menggunakan *Plant Growth Promoting* *Rhizobacteria* (PGPR)

Milka Saputri, Linda Advinda*, Azwir Anhar, Violita, Moralita Chatri

Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia

*Correspondence author: linda_advinda@fmipa.unp.ac.id

Abstract

Rhizobacteria are bacteria found on the surface of plant roots and are able to increase plant growth known as *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Rhizobakteri can be used for plant germination by *biopriming*. *Biopriming* is hydration of seeds in a controlled manner using biological compounds. Several species of plant growth promoting rhizobacteria that can be used for biopriming are *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida* and *Bacillus subtilis*. *Biopriming* is an alternative method for controlling seeds from soil-borne pathogens and can help farmers by using microbes to apply them to the plants they want. This study aims to collect and analyze articles related to seed biopriming using *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). This type of research is research that uses the literature review method and literature collection using internet sources from the Google Scholar database. This stage consists of identification, screening, eligibility and acceptance. Based on the articles collected, the results of seed *biopriming* using *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) help hydrate water into the seeds so that it will accelerate germination and lead to better plant growth.

Key words: *biopriming*, *rhizobacteria*, *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*

Abstrak

Rizobakteri adalah bakteri yang terdapat di permukaan akar tanaman dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman yang dikenal sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Rizobakteri dapat digunakan untuk perkecambahan tanaman dengan melakukan *biopriming*. *Biopriming* merupakan hidrasi pada biji secara terkontrol menggunakan senyawa biologis. Beberapa spesies rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman yang dapat digunakan untuk *biopriming* yaitu *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida* dan *Bacillus subtilis*. *Biopriming* adalah metode alternatif untuk mengendalikan biji dari patogen tular tanah dan bisa membantu petani dengan pemanfaatan mikroba untuk diaplikasikan ke tanaman yang diinginkannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan dan menganalisis artikel yang berhubungan dengan *biopriming* biji menggunakan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Jenis penelitian ini adalah penelitian yang menggunakan metode literatur review dan pengumpulan literatur menggunakan sumber internet dari database Google Scholar. Tahapan ini terdiri dari identifikasi, skrining, kelayakan dan penerimaan. Berdasarkan artikel yang dikumpulkan didapatkan hasil *biopriming* biji menggunakan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) membantu hidrasi air masuk ke dalam biji sehingga akan mempercepat perkecambahan serta menjadikan pertumbuhan tanaman yang lebih baik.

Kata kunci: *biopriming*, *rizobakteri*, *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*

Pendahuluan

Rizobakteri adalah bakteri yang terdapat di permukaan akar tanaman. Penggunaan rizobakteri untuk menyuburkan tanah telah banyak dilakukan. Rizobakteri dapat memberikan nutrisi untuk tanaman, melindungi akar dari hama dan penyakit, menghasilkan metabolit pengatur pertumbuhan, serta merangsang sistem akar untuk berkembang sepenuhnya (Saraswati & Sumarno, 2018). Berbagai rizobakteri terdapat di dalam tanah diantaranya *Azotobacter* sp. (Munandar, 2022), *Pseudomonas* sp. (Marzuki dkk., 2021), dan *Bacillus* sp. (Siddiqui, 2005).

Rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman dikenal dengan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), secara agresif menempati rizosfir atau lapisan tanah 1-2 mm di sekitar perakaran. Penggunaan PGPR memberikan manfaat bagi pertumbuhan tanaman, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Tindakan langsung PGPR didasarkan atas kemampuannya dalam memfasilitasi penyerapan berbagai nutrisi dalam tanah dan menghasilkan berbagai fitohormon untuk mendorong pertumbuhan tanaman (Husen dkk., 2008).

Fitohormon seperti Indole Acetid Acid (IAA) dapat dihasilkan oleh rizobakteri kelompok pseudomonad fluoresen (Advinda, 2018). Pseudomonad fluoresen isolat PfPb1, PfPj1, PfPj2, PfKd7, LAHCS2, LAHP2, PfCas, dan PfCas3 dapat menghasilkan IAA, dan konsentrasi tertinggi dihasilkan oleh LAHCS2 yaitu 20,31 ppm (Advinda, 2020). Advinda dkk., (2022) menyatakan disamping menghasilkan IAA, pseudomonad fluoresen juga dapat menghasilkan senyawa lainnya seperti: HCN, siderofor, kitinase, β -1,3-glukanase, dan antibiotik.

Rizobakteri juga dapat digunakan untuk perkecambahan tanaman. Untuk membantu proses perkecambahan perlu dilakukan perendaman biji yang dikenal dengan priming. Priming merupakan hidrasi perlahan-lahan pada biji sebelum dikecambahkan, dan tujuannya agar potensi air biji seimbang sehingga metabolisme dalam biji dapat terjadi (Luthfiah dkk., 2021). Priming dapat dilakukan dengan menambahkan senyawa kimia seperti Asam Sulfat (H_2SO_4) (Fitri dkk., 2022) dan Kalium Nitrat (KNO_3) (Adawiyah dkk., 2022). Priming juga dapat dikombinasikan dengan menambahkan agen hayati. Perlakuan inilah yang disebut dengan *biopriming* (dkk., 2016).

Bahan dan Metode

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian menggunakan metode literatur review. Literatur review merupakan salah satu metode dalam penelitian yang bertujuan mengidentifikasi, mengevaluasi serta menginterpretasikan hasil-hasil penelitian yang relevan dengan suatu topik penelitian tertentu, dan dilakukan dengan cara menelaah artikel ilmiah secara terstruktur (Kitchenham, 2004).

Prosedur Penelitian

Tahapan ini terdiri dari identifikasi, skrining, kelayakan dan keterimaan. Pada tahapan identifikasi, dilakukan penelusuran sumber-sumber artikel dari menggunakan sumber internet dari database Google Scholar. Pada tahapan skrining, dilakukan penyaringan artikel seperti yang terduplikasi, kemudian dilakukan proses penilaian kelayakannya dengan mengambil informasi dari judul dan abstrak pada setiap artikel. Artikel yang diambil adalah artikel yang relevan dengan judul pada penelitian literatur review ini. Tahapan terakhir yaitu tahap keterimaan, dilakukan penentuan artikel yang memenuhi kriteria yang sudah ditetapkan, dan layak digunakan dengan cara membaca keseluruhan isi pada artikel tersebut. (Liberati dkk., 2009).

Hasil dan Pembahasan

Biopriming

Alternatif yang bisa digunakan untuk meningkatkan vigor dan viabilitas biji adalah dengan teknik priming biji yang diintegrasikan dengan rizobakteri dan dikenal sebagai *biopriming*. *Biopriming* merupakan hidrasi pada biji secara terkontrol menggunakan senyawa biologis (Ashraf & Foolad, 2005). Reddy (2012) menyatakan *biopriming* merupakan salah satu teknik priming dalam perlakuan biji dengan menggabungkan aspek biologi (inokulasi biji dengan organisme menguntungkan untuk melindungi biji) dan fisiologi (*seed hydration*) untuk mengendalikan penyakit. Selama priming, biji yang sudah terinfeksi atau terkontaminasi patogen dapat diperbaiki pertumbuhannya sehingga tidak menimbulkan efek yang tidak diinginkan pada tanaman.

Senyawa biologis yang digunakan dalam *biopriming* adalah rizobakteri, yaitu mikroorganisme kompetitor yang berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman, pengendalian penyakit, meningkatkan vigor dan viabilitas biji, serta

siklus hara. Beberapa hasil penelitian telah membuktikan penggunaan rizobakteri mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman, hasil, serta ketahanan tanaman terhadap penyakit tanaman (Gholami dkk., 2008). Ilyas (2006) menyatakan perlakuan pada biji diterapkan untuk mencegah patogen terbawa biji, serangan penyakit dan hama yang ada di tanah ataupun di udara saat perkecambahan. Perlakuan khusus biji seperti priming bertujuan untuk meningkatkan perkecambahan serta melindungi biji dari patogen.

Biopriming biji dengan mikroba yang diinkubasi dalam jangka waktu tertentu menyebabkan terjadinya hidrasi air masuk ke dalam biji, sehingga fisiologis biji lebih baik. Anitha dkk., (2013) menyatakan perendaman biji dalam suspensi bakteri akan memulai proses fisiologis dalam biji. Menurut Mahmood & Kataoka (2018), metode perendaman biji menggunakan mikroba sudah digunakan dan ternyata menghasilkan kemampuan sebagai agen pengendalian hayati yang menjanjikan. Moeinzadeh dkk., (2010) menyatakan *biopriming* biji bertujuan untuk memastikan masuknya bakteri ke dalam biji. Perlakuan *biopriming* dapat mempercepat perkecambahan serta pertumbuhan tanaman yang lebih baik.

Beberapa spesies rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman yang dapat digunakan untuk *biopriming* yaitu *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida* dan *Bacillus subtilis*. *Biopriming* dikembangkan untuk menanggapi kemungkinan efek negatif dari patogen. *Biopriming* menggunakan mikroorganisme tersebut bermanfaat untuk melindungi biji dari patogen dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Zulueta-Rodríguez, 2015). Penggunaan rizobakteri dari golongan *Serratia* sp. *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. sudah banyak dilakukan dan terbukti memberikan efek yang lebih baik untuk meningkatkan viabilitas dan vigor biji (Sutariati dan Safuan, 2012; Sutariati dkk., 2013; Junges dkk., 2013).

Biopriming biji dengan memanfaatkan bakteri telah banyak dilakukan seperti pada biji Barley menggunakan bakteri *Azotobacter chroococcum*, dan *A. lipoferum* (Mirshekari dkk., 2012), biji Safflower menggunakan bakteri *Pseudomonas* spp., biji jagung menggunakan bakteri *A. chroococcum*, *Azospirillum* spp. dan *A. lipoferum* (Sharifi, 2012; Sharifi & Khavazi 2011), biji bunga matahari menggunakan bakteri *P. fluorescens* (Moeinzadeh dkk., 2010), wortel dan bawang bombai menggunakan bakteri *Clonostachys rosea*, *P. chlororaphis*, *P. fluorescens*, (Bennett dkk., 2009), dan *biopriming* biji cabai merah (*Capsicum annuum* L.) menggunakan berbagai isolat pseudomonad fluoresen (Putra dan Advinda, 2022).

Biopriming dan Produktivitas Tanaman

Biopriming biji sangat menjanjikan dalam meningkatkan kesehatan biji, karena dapat mengurangi berbagai cekaman biotik maupun abiotik (Verma dkk., 2022). Berbagai peneliti telah banyak mengembangkan teknik *biopriming*. Saber dkk., (2012) menggunakan teknik *biopriming* dengan berbagai spesies bakteri antara lain *Bacillus subtilis*, *B. lentus*, *P. fluorescens*, *P. putida* dan *Azospirillum* spp. Menurut Gholami dkk., (2009), terjadi peningkatan beberapa sifat agromorfologi tanaman gandum, berat segar batang dan total bibit dengan pemberian PGPR pada biji jagung dalam percobaan laboratorium. Marom dkk., (2017) melakukan penelitian tentang *biopriming* biji kacang tanah dengan PGPR menggunakan konsentrasi yang berbeda-beda. Hasilnya menunjukkan konsentrasi PGPR berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman kacang tanah. Berdasarkan hasil penelitian Riskiya dkk., (2022) aplikasi PGPR pada beras merah keramat saat persemaian dengan cara perendaman biji selama 24 jam sebelum tanam efektif dalam mengendalikan penyakit layu fusarium.

Biopriming biji millet mutiara dengan isolat *P. fluorescens* menghasilkan peningkatan pertumbuhan tanaman dan juga induksi ketahanan terhadap penyakit bulai yang disebabkan oleh cendawan *Sclerospora graminicola* (Raj dkk., 2004). Berdasarkan hasil penelitian Mudi dkk., (2022), perlakuan *biopriming* pada biji kedelai dengan campuran rizobakteri meningkatkan mutu fisiologis biji, pertumbuhan dan hasil tanamannya.

Biopriming biji jelai dengan *Azotobacter chroococcum* dan *A. lipoferum* dengan kombinasi 80 kg/ha urea dan 60 kg/ha P₂O₅, secara signifikan meningkatkan berat biji, akumulasi bahan kering, dan hasil biologis (Mirshekari dkk., 2012). Isolat *Azotobacter* dan *Azospirillum* yang berbeda digunakan untuk *biopriming* biji jagung, dan hasilnya menunjukkan *biopriming* secara signifikan meningkatkan laju pertumbuhan tanaman, dan akumulasi bahan kering (Sharifi & Khavazi, 2011). Sharifi (2012) menyatakan *biopriming* biji Safflower menggunakan *Pseudomonas* isolat 186 dapat meningkatkan jumlah cabang, jumlah biji, bobot biji dan hasil biji tanaman tersebut. Hasil penelitian Srivastava dkk., (2013) memperlihatkan *biopriming* menggunakan *Staphylococcus arlettae* isolat NBRIEAG-6 dapat meningkatkan panjang akar, panjang pucuk, berat basah dan berat kering tanaman Mustard India.

Prospek Biopriming untuk Masa Akan Datang

Pengenalan *biopriming* biji akan membantu petani, karena dapat memanfaatkan mikroba untuk diaplikasikan ke tanaman yang diinginkannya (Mahmood & Kataoka 2018). *Biopriming* adalah metode alternatif untuk melindungi biji

dari serangan patogen tular tanah. *Biopriming* biji dengan mikroorganismenya telah terbukti lebih baik untuk pengelolaan penyakit dan hama dibandingkan dengan metode lain yang tersedia (Prabha dkk., 2019). *Biopriming* biji menggunakan mikroorganismenya antagonis merupakan prosedur yang ramah terhadap lingkungan (Reddy, 2013).

Biopriming biji dengan menggunakan agen pengendali hayati dan pemacu pertumbuhan tanaman dapat menjadi alternatif pengganti fungisida yang tepat untuk mengendalikan jamur terbawa biji (Harman & Taylor, 1988). *Biopriming* biji telah digunakan secara global untuk pengelolaan fitopatogen tular biji dan tanah dari banyak tanaman penting secara ekonomi. Praktik ini telah digunakan sejak beberapa dekade terakhir secara efektif di lapangan dan memberikan hasil yang lebih baik atau setara dibandingkan pestisida konvensional (Callen & Mathre 2000; Raj dkk., 2004). Namun, pemahaman yang terbatas tentang kelangsungan hidup rizobakteri pada permukaan biji dan selama penyimpanan biji merupakan tantangan utama yang membatasi keberhasilan dalam *biopriming* biji (Callaghan dkk., 2006).

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur kehadiran Allah SWT. yang telah memberi kesempatan penulis untuk menulis artikel ini. Terima kasih kepada semua pihak yang ikut berpartisipasi memberikan bantuan kepada penulis demi kelancaran penelitian dan penulisan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Adawiyah, A., Violita, V., Anhar, A., & Putri, I. L. E. 2022. The Influence of Soaking Time and KNO₃ Concentration on the vigor indeks of Rice Variety of Cisokan Kuniang (*Oryza sativa* L.) Expired. *Jurnal Serambi Biologi*, 7(2): 132-136.
- Advinda, L. 2018. *Dasar- Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Advinda, L. 2020. *Pseudomonas Fluoresen Agens Biokontrol Blood Disease Bacteria (BDB) Tanaman Pisang*, (Monograf). Yogyakarta: DEEPUBLISH.
- Advinda, L., Putri, D. H., Anhar, A., & Irdawati, I. 2022. Identification and Characterization of Fluorescent *Pseudomonas* Producing Active Compounds Controlling Plant Pathogens. *Journal of Agricultural Sciences*, 32(4): 795–804.
- Anitha, D., Vijaya, T., & Reddy, N.V. 2013. Microbial Endophytes and their Potential for Improved Bioremediation and Biotransformation: a review. *Indo Am J Pharmaceutical Res*, 3: 6408–6417.
- Ashraf, M. & Foolad, M. R. 2005. Pre-sowing Seed Treatment - a Shotgun Approach to Improve Germination, Plant Growth and Crop Yield Under Saline and Non Saline Condition. *Advances in Agronomy*, 88: 223-271.
- Bennett, A. J., Mead, A., & Whipps, J. M. 2009. Performance of Carrot and Onion Seed Primed with Beneficial Microorganisms in Glasshouse and Field Trials. *Biological Control*, 51(3): 417–426.
- Callaghan, M., Swaminathan, J., Lottmann, J., & Wright, D. 2006. Seed Coating with Biocontrol Strain *Pseudomonas Fluorescens* F113. *N Z Plant Prot*, 59: 80–85.
- Callen, N.W & Mathre, D. E. 2000. *Biopriming Seed Treatment*. Encyclopedia of plant pathology. New York.
- Fitri, S. R., Anhar, A., Advinda, L., & Violita, V. 2022. The Response Of The Growth Of Robusta Coffee (*Coffea Canephora* L) That Received Treatment Of Time Of Immersion And Concentration Of Sulphic Acid (H₂SO₄). *Jurnal Serambi Biologi*, 7(4): 331-338.
- Gholami, A., Biari, A., & Nezarat, S. 2008. Effect of Seed Priming with Growth Promoting Rhizobacteria at Different Rhizosphere Condition on Growth Parameter of Maize. *International meeting on soil fertility land management and agroclimatology*. Turkey p.851-856.
- Gholami, A., Shahsavani, S., & Nezarat, S. 2009. The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Germination, Seedling Growth and Yield of Maize. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, 3(1): 9-14.
- Harman, G. E., & Taylor, A. G. 1988. Improved Seedling Performance by Integration of Biological Control Agents at Favorable Ph Levels with Solid Matrix Priming. *Phytopathology*, 78(5): 520-525.
- Husen, E., Saraswati, R., & Hastuti, R. D. 2008. Rizobakteri Pemacu Tumbuh Tanaman. *Pupuk organik dan pupuk hayati*, 191.
- Ilyas, S. 2006. Seed Treatments Using Matricconditioning to Improve Vegetable Seed Quality. *Indonesian Journal of Agronomy*, 34(2): 124-132.

- Junges, E., Toebe, M., Santos, R. F. D., Finger, G., & Muniz, M. F. B. 2013. Effect of Priming and Seed-Coating when Associated with *Bacillus Subtilis* in Maize Seed. *Revista Ciência Agronômica*, 44(3): 520-526.
- Kitchenham, B. 2004. Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, Keele University, 33(2004), 1-26.
- Kurnia, T. D., Pudjihartati, E., & Hasan, L.T. 2016. Bio-Priming Benih Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) untuk Meningkatkan Mutu Perkecambahan. *Jurnal Biota*, 1(2): 62-67.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. 2009. The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7).
- Mahmood, A., & Kataoka, R. 2018. Potential of Biopriming in Enhancing Crop Productivity and Stress Tolerance. In *Advances in seed priming* (pp. 127-145). Springer, Singapore.
- Marom, N., Rizal, F. N. U., & Bintoro, M. 2017. Uji Efektivitas Saat Pemberian dan Konsentrasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap Produksi dan Mutu Benih Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Applied Agricultural Sciences*, 1(2): 174-184.
- Marzuki, I., Vinolina, N. S., Harahap, R., Arsi, A., Ramdan, E. P., Simarmata, M. M., Nir Karenina, T., Inayah, A.N., Wati, C., Adirianto, B., & Ilhami W.T., 2021. *Budi Daya Tanaman Sehat Secara Organik*. Yayasan Kita Menulis.
- Mirshkari, B., Hokmalipour, S., & Sharifi, R.S. 2012. Effect of Seed Biopriming with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Yield and Dry Matter Accumulation of Spring Barley (*Hordeum vulgare* L.) at Various Levels of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers. *Journal Food Agric Environ*, 10(34): 314-320.
- Moeinzadeh, A., Sharif-Zadeh, F., & Ahmadzadeh, M. 2010. Biopriming of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Seed with *Pseudomonas fluorescens* for Improvement of Seed Invigoration and Seedling Growth. *Aust J Crop Sci*, 4(7): 564-570.
- Mudi, L., Sutariati, G. A. K., Hidayat, N., Faradilla, F., Rusmini, R., dan Winarni, B. 2022. Biopriming Benih dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaeae* L.). *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 15(2): 140-146.
- Munandar, K. 2022. *Fiksasi Nitrogen Oleh Mikroorganisme*. UM Jember Press.
- Prabha, R., Singh, D. P., & Yadav, S. K. 2019. Seed Biopriming with Potential Microbial Inoculants as Sustainable Options for Stress Management in Crops. Springer, Singapore.
- Putra, A.W. & Advinda, L. 2022. Pengaruh Pseudomonad Fluoresen Penghasil *Indole Acetic Acid* (IAA) terhadap Perkecambahan Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Serambi Biologi*, 7(1): 1-6.
- Raj, S.N., Shetty, N.P., & Shetty, H.S. 2004. Seed Bio-Priming With *Pseudomonas fluorescens* Isolates Enhances Growth of Pearl Millet Plants and Induces Resistance Against Downy Mildew. *International Journal of Pest Management*, 50(1): 41-48.
- Reddy P. 2013. *Recent advances in crop protection*. New Delhi: Springer.
- Reddy, P. 2012. Bio-priming of seeds. In *Recent Advances in Crop Protection* (pp. 83-90). Springer, New Delhi.
- Riskiyya, E. M., Budi, I. S., & Mariana, M. 2022. Efektivitas Waktu Aplikasi PGPR untuk Pengendalian Penyakit Layu Fusarium Pada Persemaian Padi Beras Merah Keramat. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 5(2): 472-479.
- Saber, Z., Pirdashti, H., Esmaeili, M., Abbasian, A., & Heidarzadeh, A. 2012. Response Of Wheatgrowth Parameters to Co-Inoculation of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Different Levels of Inorganic Nitrogen and Phosphorus. *World Appl Sci J*, 16(2): 213-219.
- Saraswati, R., & Sumarno, S. 2018. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah sebagai Komponen Teknologi Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Sharifi, R.S. 2012. Study of Nitrogen Rates Effects and Seed Biopriming with PGPR on Quantitative and Qualitative Yield of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Tech J Eng Appl Sci*, 2(7): 162-166.
- Sharifi, R.S., & Khavazi, K. 2011. Effects of Seed Priming With Plant Growth Promotion Rhizobacteria (PGRP) on Yield and Yield Attribute of Maize (*Zea mays* L.) Hybrids. *J Food Agric Environ*, 9: 496-500.
- Siddiqui, Z.A. (editor). 2005. *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*. Springer, Netherlands.
- Srivastava, S., Verma, P. C., & Chaudhry, V. 2013. Influence of Inoculation of Arsenic-Resistant *Staphylococcus arlettae* on Growth And Arsenic Uptake in Brassica Juncea (L.) Czern. Var. R-46. *J Hazard Mater*, 262: 1039-1047.
- Sutariati, G. A. K & Safuan, L. O. 2012. Perlakuan Benih dengan Rizobakteri Meningkatkan Mutu Benih dan Hasil Cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agron. Indonesia*, 40 (2): 125-131.
- Sutariati, G.A.K., Kamaruzaman, J., Sudirman, I.G.R., Andi, K., Muhidin, & Meisanti. 2013. Effectiveness of Bio-Invigoration Technologies on Seed Viability and Vigor of Cocoa (*Theobroma cacao* L.). *World Applied Sciences Journal* 26 (Natural Resources Research and Development in Sulawesi Indonesia), 31-36.

- Verma, P., Hiremani, N. S., Gawande, S. P., Sain, S. K., Nagrale, D. T., Narkhedkar, N. G., & Prasad, Y. G. 2022. Modulation of Plant Growth and Antioxidative Defense System Through Endophyte Biopriming in Cotton (*Gossypium* spp.) and Non-host Crops. *Heliyon*, 8: 1-9.
- Zulueta-Rodríguez, R., Hernández-Montiel, L. G., Murillo-Amador, B., RuedaPuentes, E. O., Lara Capistran, L., Troyo-Diéguez, E., & Cordoba Matson, M. V. 2015. Effect of Hydropriming and Biopriming on Seed Germination and Growth of Two Mexican Fir Tree Species in Danger of Extinction. *Journal Forests*, 6(9): 3109-3122.